

Slutrapport för projekt V1133010: Pollinering av jordbruksgrödor

Sökande: Riccardo Bommarco (SLU), Henrik Smith (LU), Sven Fajersson (HS), Maj Rundlöf (SLU), Sandra Lindström (HS)

Kontaktpersoner: Sandra Lindström, sandra.lindstrom@hushallningssallskapet.se, 0708-945358 samt Riccardo Bommarco.

Bakgrund

Minskande förekomst och mångfald av pollinerande insekter har väckt oro för konsekvenserna för de ekosystemtjänster de utför - pollinering av vilda växter och jordbruksgrödor (Biesmeijer et al. 2006, Klein et al. 2007, Goulson et al. 2008). Det faktiska behovet av insektspollinering i odlade grödor, hur behovet påverkas av odlingsinsatser och vilka mekanismer som ligger bakom insektspollineringsvariabilitet är förvånansvärt dåligt undersökt (Klein et al. 2007).

En ekonomiskt och arealmässigt stor svensk jordbruksgröda vars skörd kan vara relaterad till utförda pollinerings-tjänster är raps (*Brassica napus*). Rapsarealen har ökat stadigt de senaste tio åren och omfattade preliminärt ca 93 000 ha år 2014, varav ca 95 % utgjordes av höstraps och resten av vårraps. Ca 55 % av den svenska höstrapsarealen finns i Skåne (SCB 2016). Höstraps har de senaste åren varit en viktig gröda för odlarnas ekonomi eftersom spannmålspriserna har varit låga. Därtill är det en bra avbrottsgröda i spannmålsbaserade växtföljder.

Raps är till stor del självfertil, men kan till en viss del korsbefruktas med hjälp av vind och insekter (Free 1993). Insektspollinerings betydelse för rapsskörden är inte tillräckligt klarlagd, men har i flera studier visat sig ge högre fröskörd (Steffan-Dewenter 2003, Manning & Willis 2005, Sabbahi et al. 2005) och bättre frökvalitet genom högre oljehalt och lägre klorofyllhalt (Bommarco & Vaissière 2012, Bartomeus et al 2014). Äldre studiers resultat vad gäller betydelsen av insekter för pollinering av raps har varierat mycket (se sammanfattning i Delaplane & Mayer 2000). Variationen har delvis berott på att man använt olika rapssorter, olika försöksteknik där man inte tagit hänsyn till plantornas förmåga att förflytta assimilat mellan olika delar av plantan och olika odlingsförhållanden (Steffan-Dewenter 2003, Bommarco & Vaissière 2012).

Tidigare studier i oljeväxter har ofta undersökt pollinering av enskilda blommor (Hayter & Cresswell 2006). Raps har en stor förmåga att omfördela resurser inom plantan för att exempelvis kompensera för dålig pollinering och frösättning i en enskild blomma (Habecotté 1997). Det är därför intressant att studera hela populationer (fält) hellre än enskilda blommor eller plantor om man vill kunna uppskatta hur mycket pollinerande insekter kan bidra till skörden (Bos et al. 2007). En annan metod som ofta använts i pollineringsstudier är burar till vilka man släpper in blombesökande insekter. Man har sedan använt öppna försöksrutor som kontroll (Adegas & Nogueira Couto 1992; Durán et al 2010). Metoden underskattar betydelsen av vindpollinering och växterna i burarna kan påverkas av mikroklimatet, vilket gör det svårt att jämföra dem med plantorna i kontrollrutorna. Det behövs pollineringsstudier som undersöker hela fält för att få pålitliga uppskattningar av pollinatörernas bidrag till skörden. Dyliga experiment har inte genomförts i höstraps eftersom det är en stor och komplicerad uppgift att manipulera tätheter av pollinatörer i hela fält.

Det har nyligen publicerats studier som indikerar att insektspollinerings bidrag till skörden påverkas av skadedjursangrepp och odlingsinsatser i bland annat rödklöver och mandel (Lundin et al. 2013, Klein et al. 2014). Resurser, som tillgång till vatten och näring, kan påverka grödans förmåga att kompensera för bristande pollinering.

Sortskillnader har föreslagits som en anledning till att tidigare rapspollineringsstudier har gett olika resultat (Klein et al. 2007). Beroende på pollineringsystemet i föräldragenerationen klassificeras sorter som antingen linjesorter eller hybrid sorter. Linjesorter förädlas på traditionellt vis medan hybrid sorter tas fram genom en korsning mellan två inavlade föräldrasorter, där avkomman odlas. Hybrid sorterna kan bli extra vitala och marknadsförs ofta som mer högavkastande än linjesorterna, medan priset för hybrid sorts utsäde är väsentligt högre än för linjesorts utsäde. En viktig skillnad mellan hybrid sorter och linjesorter är att lantbrukaren kan använda sin skörd av linjesorter till utsäde för kommande rapsoodling, medan skörden av hybrid sorter inte kan användas till utsäde på grund eftersom föräldrarnas inavlade egenskaper kan klyva ut och ge en kraftigt variabel gröda. Det finns ingen

information om sorternas pollineringssegenskaper eller beroende av insektpollinering att tillgå. Det saknas dessutom grundläggande information om rapsens reproduktionsbiologi. Våldigt lite är känt om vilka blomegenskaper som påverkar pollinationsframgången i raps. En egenskap som kan påverka pollineringsbehovet är pollenets kvalitet, till exempel pollenets grobarhet och pollenslangarnas tillväxthastighet (Austerlitz et al. 2012).

Att placera ut honungsbin är ett sätt att säkerställa att det finns rikligt med pollinerande insekter under rapsblomningen. Vilda pollinerande insekters förekomst och artsammansättning i jordbrukslandskapet påverkas av landskapet utformning. Varierande (heterogena) landskap med mycket naturbetesmarker och små fält (som ger mycket fältkanter) antas ha mer viktiga habitat för pollinerande insekter än likformiga (homogena) landskap, och därmed ge ett mer komplext pollinatörssamhälle (Rundlöf et al. 2008). Höstraps blommar tidigt på säsongen och är en massiv födoresurs under de veckor den blommar. Hur det påverkar mängden och sammansättningen av vilda pollinerande insekter är viktigt att ta reda på för att få mer kunskap om hur pollinerande insekter bör förvaltas i landskapet.

Projektet har varit utformat som ett doktorandprojekt, där Hushållningssällskapet i Skåne, SLU och Lunds universitet har samarbetat. Sandra Lindström har varit anställd på Hushållningssällskapet i Skåne och antagen som doktorand på institutionen för ekologi på SLU. Riccardo Bommarco, Sven Fajersson, Maj Rundlöf och Barbara Ekblom har varit handledare. Lindström planerar att försvara sin avhandling i maj 2017.

Projektets fem delar var:

1. Insektpollinerings betydelse för rapsskördens kvantitet och kvalitet.
2. Inverkan av organismsamhällets sammansättning på insektpollineringen i raps.
3. Mellanårsvariation
4. Resurstillgångens påverkan på växtens förmåga att kompensera för dålig pollinering
5. Pollineringssegenskaper i olika höstrapsorter.

Vi ville besvara följande frågor:

- Hur mycket kan insektpollinering höja skörden och kvaliteten hos höstraps?
- Vilka pollinatörer besöker blommande höstraps och hur mycket bidrar olika arter av pollinatörer till rapsens skörd?
- Vilken betydelse har artrikedomen och mängden pollinatörer för skörden?
- Kommer utplacerade tama honungsbin ha mindre betydelse för rapsskörden i områden där det finns gott om vilda pollinatörer än i områden med låg förekomst av vilda pollinatörer?
- Kan rapsplantor med god tillgång till resurser kompensera för dålig pollinering bättre än stressade plantor?
- Hur skiljer sig pollineringsbehovet hos olika rapssorter?
- Hur påverkar rapsens pollineringsbehov, och relaterade egenskaper, dess funktion som resurs för pollinatörerna?

Vi har dessutom lagt till frågan om utsättning av honungsbin kan påverka förekomsten av vilda pollinerande insekter i höstrapsfält. Data från de storskaliga fältförsöken är under bearbetning. Dessutom har Doktorand Lina Herbertsson vid Centrum för miljö- och klimatforskning undersökt hur honungsbisamhällen som lämnats kvar efter avslutad pollinering i rapsen påverkar förekomsten av humlor i fältkanten (Herbertsson et al. Submitterat).

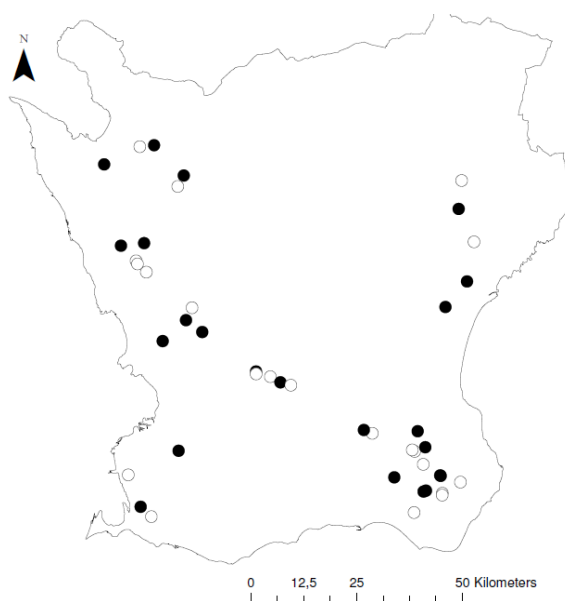
I projekt 1 och 2 genomförde Sandra storskaliga fältförsök i Skåne tillsammans med sina handledare. Projekt 3 kunde inte genomföras på grund av för få försöksår. Projekt 4 genomfördes dels med ett plotförsök tillsammans med Lorenzo Marini vid Universitetet i Padova i norra Italien samt med ett plotförsök i Kristianstad. I projekt 5 arbetade Sandra tillsammans med Åsa Lankinen, SLU och Tina D'Hertefeldt, LU med växthusförsök i Lund.

Material och metoder

Vi undersökte våra frågor med storskaliga fältförsök, klassiska plotförsök och växthusförsök. I delprojekt 2 hade vi planerat att studera olika insektsarters inverkan på skörd i ett burförsök. Eftersom antalet pollinerande insekter var väldigt få i förhållande till de tama honungsbina i våra storskaliga fältförsök valde vi istället att analysera vilka faktorer som styrde de vilda insekternas förekomst i våra försöksfält.

Delprojekt 1 och 2. Storskaligt fältförsök

Vi valde ut 22 höstrapsfält med bra bestånd år 2011 och 22 nya fält år 2012, i Skåne (Fig 1). Medelfältstorleken på fälten var $13,9 \pm 4,7$ ha (\pm standardavvikelse (SD)). Fält som låg nära fruktodlingar som blommade samtidigt som höstrapsen valdes bort.



Figur 1. Lokalisering av de 44 försöksfälten i studiesystemet i Skåne år 2011 och 2012. Fyllda cirklar visar fält behandlade med honungsbin och öppna cirklar visar kontrollfält.

Vi placerade ut honungsbin till 12 av fälten år 2011 och till 11 av fälten 2012. Resterande fält, 10 stycken år 2011 och 11 stycken 2012 var kontrollfält, vilka vi såg till att det inte fanns några honungsbisamhällen i närheten av (Fig. 1). Fält med passande förhållanden (lättillgänglighet, säkerhet och vindskydd) för honungsbiplacering vid en kortsida av fältet valdes ut som honungsbibehandlade fält, och tillfördes 2 honungsbisamhällen per hektar under blomningen (enligt rådande rekommendationer, se Breeze et al. 2014), i genomsnitt 28 honungsbisamhällen per behandlat fält. Totalt användes 602 bisamhällen till de totalt 22 honungsbehandlade försöksfälten. Kontrollfälten var fria från honungsbigårdar i en radie på 3 km från fältens mitt. I några fall tilläts fält med enstaka honungsbisamhällen, men bara om det fanns ett annat blommande fält, som inte ingick i försöket, mellan honungsbisamhället och det aktuella försöksfältet. Kontrollfälten valdes ut med information från Länsstyrelsen, lokala biodlare och personliga observationer. Försöksfälten valdes i antingen homogena eller heterogena landskap beroende på andelen naturbetesmarker (medel \pm SD: homogena landskap $0,6 \pm 1,0$ %; heterogena landskap $12,9 \pm 7,3$ %) och medelblockstorlek (medel \pm SD: homogena landskap $15,8 \pm 5,7$ ha; heterogena landskap $7,2 \pm 5,7$ ha) i en radie av en kilometer runt fältens mitt. Fältkanter skapar variation i landskap och ger därför en förväntad skillnad mellan landskapstyperna. I heterogena landskap förväntade vi oss en större mångfald av vilda pollinerande insekter i fälten (Rundlöf et al. 2008) än i homogena landskap. Landskapets sammansättning analyserades innan försöket startade med hjälp av GIS och information från Jordbruksverkets blockdatabas. Fälten i båda behandlingarna var sådda med antingen en linjesort eller en hybridsort. 2011 var 11 av fälten sådda med en linjesort (Galileo, Lantmännen SW Seed AB), medan resterande fält var sådda med en hybridsort (Excalibur, Monsanto). År 2012 var det svårare att hitta rapsfält med bra bestånd, och därför fick vi välja fält som var sådda med en av tre linjesorter (Galileo 2 fält, Epure

(Sa Momont) 8 fält och Alpaga (Serasem) 2 fält) eller en av tre hybridsorter (Excalibur 2 fält, Compass (Deutsche Saatveredelung) 8 fält och Expower (Monsanto) 2 fält). Ett fält år 2011 (ett honungsbibehandlat fält sått med en linjesort i heterogent landskap) fick strykas på grund av kraftiga torkskador och ingick inte i analyserna av skörden. År 2011 ingick därför endast 21 fält i skördeanalyserna. Blombesökande och flygande insekter inventerades fyra gånger 2011 och fem gånger 2012 under rapsens blomning på 100, 200 och 300 meter från fältets kortsida. Varje transekt var 100 meter lång, och vi undersökte en meter på varje sida om transekten (totalt 200 m²). Transekterna var uppdelade i fyra segment och varje segment studerades under 5 minuter. Vi graderade planttäthet, grödans utvecklingsstadiet, ogräsförekomst och eventuella skador på grödan transektvis. Information om odlingen av varje försöksfält samlade vi in i efterhand via en skriftlig enkät till lantbrukarna och vid behov via telefon. Information om sådatum, utsädesmängd, jordbearbetning, förfrukt, bevattning, gödsling och växtskyddsåtgärder samlades in. Försöksytorna vid 100, 200 och 300 meters avstånd tröskades med en försöksströska när rapsen var mogen. Utförligare metodbeskrivning går att finna i Lindström et al. (in press).

Delprojekt 4. Resurstillgångens påverkan på effekten av insektpollinering

Vi undersökte resurstillgångens påverkan på växtens förmåga att kompensera för dålig pollinering i ett fältförsök på försöksgården vid lantbruksuniversitetet i Padova, norra Italien, år 2012. I ett försök med höga och låga kvävenivåer i tre olika höstrapsorter placerade vi ut burar (2*2*2 meter) som antingen var helt klädda med nät som stängde ute pollinerande insekter, eller delvis klädda med nät på tak och en sida, där insekter kunde besöka rapsblommorna. I försöket ingick en linjesort (Catalina (SW Seed)) samt två hybridsorter (Excalibur (Monsanto) och PR45D01 (Pioneer)). Rapsen tillfördes antingen inget kväve på våren eller 170 kg/ha. Försöket utformades som ett faktoriellt split-plotexperiment med de tre behandlingarna pollinering, sort och kvävetillförsel som korsade faktorer. Försöket delades upp i tre block där varje sort såddes i en lång remsa. Remsan delades upp i två rutor och behandlades med de två kvävegödslingsnivåerna. I varje kväve placerades två par burar (ett par bestod av en öppen och en stängd bur) ut. Honungsbi-samhällen motsvarande tre bisamhällen per hektar fanns 500 meter från försöksfältet. Blombesökande insekter mättes under fem minuter per bur vid två tillfällen för att säkerställa att behandlingarna inte fick olika mängd insektsbesök. En kvadratmeter raps skördades i varje bur. Mer information går att finna Marini et al. (2015). År 2014 utförde vi ett split-plotförsök i vårraps utanför Kristianstad för att studera hur skadedjursangrepp och vattentillgång påverkar effekten av insektpollinering. Försöket har ännu inte utvärderats och därför rapporteras det inte utförligare i denna rapport.

Delprojekt 5. Växthusförsök om sortskillnader

År 2011 utförde vi försök i bänkgård och växthus vid Lunds universitet. Vi undersökte relationen mellan pollenfertilitet (pollengrobarhet och pollenslangstillväxt) och frösättning för sju odlade höstrapsorter, tre linjesorter (Galileo, Catalina och Vision (SW Seed)) och fyra hybridsorter (Visby, Excalibur (SW Seed), Abakus och Compass (Scandinavian Seed)). Vi samlade pollen från två blommor och 7-9 plantor per sort och grodde pollenkornen i Hoekstramedium (Hoekstra och Bruinsma 1975). Därefter räknade vi andelen grodda pollenkorn av 100 pollenkorn i ett ljusmikroskop. Tio pollenslangar per prov mättes. För en hybridsort (Compass) undersökte vi också förhållandet mellan pollenmängd och frösättning. Vi tillförde 25, 50, 100, 200, 300, 400, 500 eller mer än 500 pollenkorn till avmaskulinerade blommor på fem plantor i växthus. Vid mognad mätte vi antalet skidor, antalet frön och frövikten för varje pollenmängd samt för kontrollplantor som inte handpollinerats.

Statistiska metoder

De flesta av de statistiska analyserna gjordes med mixade modeller i R (R Core Team 2013). Delprojekt 5 analyserades i SPSS av Åsa Lankinen. Se respektive publikation för detaljerade metodbeskrivningar.

Resultat

Att tillsätta honungsbin till de storskaliga fältförsöken gav betydligt högre förekomst av blombesökande honungsbin i behandlade fält jämfört med kontrollfält (Fig. 2).

Honungsbibehandlingen påverkade höstrappsskörden (Fig. 3), men effekten berodde på vilken sorttyp som odlades i fälten ($P = 0.04$). En post-hoc analys visade att linjesorter, men inte hybridsorter, hade 10,6 % (448 kg ha^{-1}) högre skörd i fält till vilka honungsbin hade satts ut jämfört med kontrollfält ($P = 0.07$). En annan tolkning av resultatet är att linjesorter fick 8,6 % (368 kg ha^{-1}) högre skörd än hybridsorter när honungsbin var närvarande. I kontrollfält skilde sig inte skördenivåerna mellan sorter av linjetyp och hybridtyp.

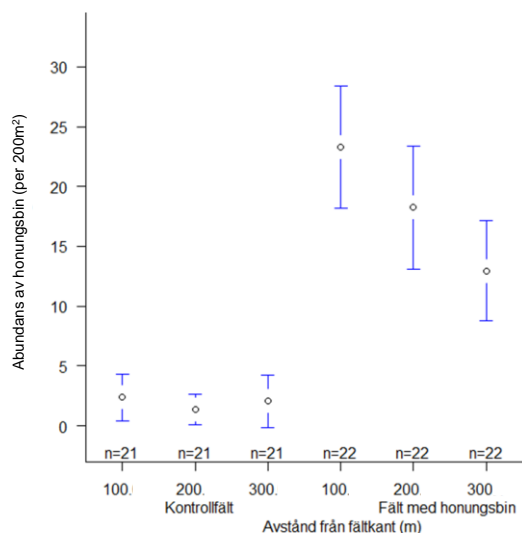


Fig. 2. Antal blombesökande honungsbin (per 200 m²), 100, 200 och 300 meter från fältkanten, var väsentligt färre i kontrollfält (de tre vänstra punkterna) än i honungsbibehandlade fält (de tre högra punkterna). Figuren visar medelvärden och standardavvikelser.

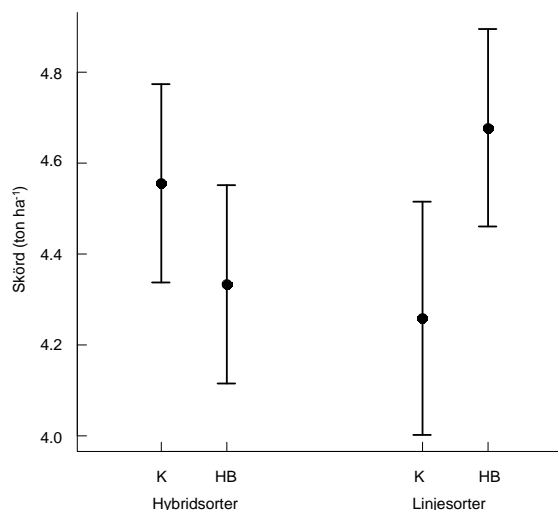


Fig. 3. Modellestimerade medelskördar per fält för hybridsorter och linjesorter i kontrollfält (K) och fält med tillsatta honungsbin (HB). Felstaplar visar 95% konfidensintervall.

Antalet vilda insekter som besökte blommor i höstrapsen var lågt (Fig. 4). Honungsbin och flugor dominerade bland de observerade blombesökande insekterna, medan övriga insektsgrupper var för sig utgjorde mindre än 5 % av observationerna.

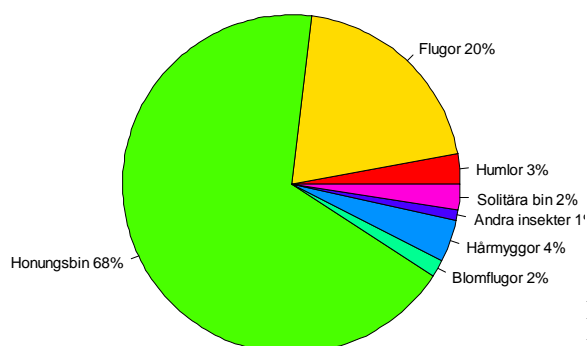


Fig. 4. Fördelning av de olika insektsgruppernas förekomst i de 44 höstrapsfälten.

I det faktoriella split-plotförsöket vi utförde i Italien påverkade insektpollinering skörden, men även här berodde effekten på vilken sort som odlades ($P=0,007$). I linjesorten ökade skörden med ca 19 % när insekter hade tillgång till rapsen, medan skörden inte påverkades i hybridsorterna som ingick i försöket (Fig. 5a). Vi såg en icke-signifikant tendens ($P=0,069$) att kvävetillförsel kunde kompensera

utebliven insektpollinering (Fig. 5b). Oljehalten påverkades positivt av insektpollinering, oavsett sort och kvävegödning (Fig. 5a och 5d).

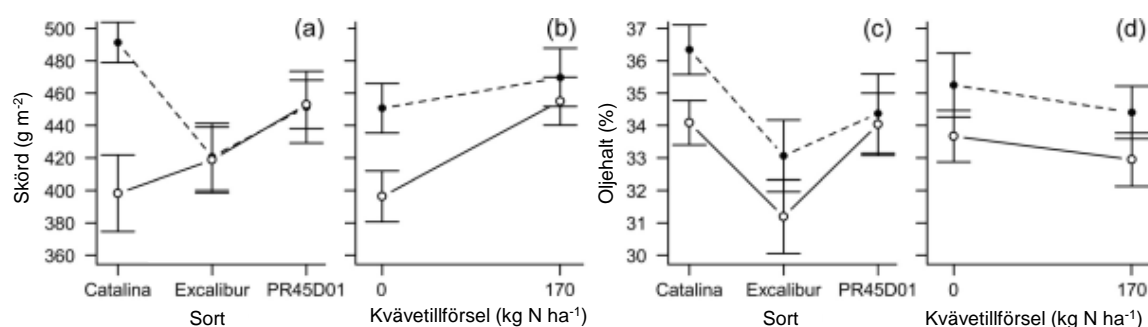


Fig 5. Insektpollinering gav högre skörd i linjesorten, men inte i de två hybridsorterna (a), insektpollinering tenderade att ge en högre skördeökning när rapsen inte tillförts kväve på våren jämfört med gödning med 170 kg N ha⁻¹ (b). Oljehalten ökade oberoende av sort (c) eller kvävegödslingsbehandling (d). Fyllda cirklar visar medelvärden för insektpollinerade led medan öppna cirklar visar led utan insektpollinering. Felstaplarna anger standardfel.



Fig 6. Ogrodda pollenkorn av höstraps (uppe till vänster) och grodda pollenkorn med tillhörande pollenslang fotograferat genom ljusmikroskop. Foto: Sandra Lindström

När vi undersökte pollineringssegenskaper i olika höstrapsorter såg vi att pollenfertiliteten i form av pollengrobarhet (Fig. 6) och pollenslangstillväxt skilde sig mellan sorter. Resultaten är ännu inte publicerade och visas därför inte i denna slutrapport. I handpollineringsförsöket med olika mängder pollenkorn i hybridsorten Compass planade både antalet frön och frövikten ut vid relativt låga antal tillförda pollenkorn.

Diskussion

Insektpollinering kan öka skördarna i höstraps, men effekten beror på vilken sort som odlas. Det har vi visat i två olika försök, dels i det (i vår kännedom) första replikerade helfältsförsöket som gjorts i höstraps, och dels i ett faktoriellt split-plotförsök med burar i fält. I burförsöket ökade dessutom oljehalten i rapsskörden, oberoende av sort och odlingsinsatser. I båda försöken var skörden ökade skörden markant av insektpollinering i linjesorter, men inte i hybridsorter. Marknaden för höstrapsorter har förändrats kraftigt de senaste åren. Sedan hybridsorterna utvecklades har utbudet av dessa saktat ökat, och numera dominerar de i den svenska sortprovningen av höstraps. I vissa länder går det inte längre att köpa utsäde till linjesorter, vilket innebär att lantbrukare förlorar möjligheten att ta eget utsäde. Hybridsorter marknadsförs som mer vitala och högproducerande jämfört med linjesorter. Vi har visat i två försök med olika metoder att linjesorter avkastar mer än hybridsorter när det finns gott om pollinerande insekter närvarande. Vi föreslår därför att sortprovning bör utföras med pollinerande insekter närvarande för att skördejämförelser mellan sorter ska vara rättvisande, och hybridsorter och linjesorter bör provas på samma platser.

Det är dock osäkert om effekten beror på vilken förädlingstyp sorterna tillhör (hybrid- eller

linjesorter), eller om det är en effekt av olika sorter oberoende av förädlingstillhörighet. Vårt studerade sortmaterial är litet, endast tre sorter av varje typ testades i det storskaliga fältförsöket medan det ingick en linjesort och två hybrid sorter i burförsöket. I en tysk studie från 2014 fann man också att det fanns skillnader mellan höstraps sorters pollineringsbehov, men att det inte fanns några skillnader mellan hybrid sorter och linjesorter (Hudewenz et al. 2014). I det fallet odlades dock rapsen i krukor där plantor av olika sorter fanns på samma plats, vilket inte speglar verkliga fältförhållanden där samma sort odlas i bestånd. Vi föreslår att det behöver göras en screening av vilka sorter som vinner på insektpollinering. Rapsodlare behöver mer information om olika sorters pollineringsbehov för att kunna anpassa sitt sortval efter gårdens pollineringsförutsättningar.

I det italienska burförsöket såg vi en tendens till att insektpollineringsens skördeökande effekt ökade med minskad kvävetillförsel. Ökad tillgång till kväve verkar med andra ord kompensera för utebliven skörd som beror på bristande pollinering. Denna tendens bör studeras vidare i separata experiment.

Andelen blombesökande vilda insekter var liten i jämförelse med de honungsbin vi satte ut. Det beror troligtvis på att det är tidigt på säsongen och att populationerna ännu inte har hunnit växa till. Vårt att notera är att andelenflugor av alla blombesökande insekter var överraskande stor, eftersom bin ofta anses vara de viktigaste pollinatörerna i odlade grödor. Data från vårt storskaliga fältförsök ingick som ett av 39 dataset i en internationell syntes av vilka insekter som bidrar till skördeökningar via pollinering i odlade grödor (Rader et al. 2015).

Vi fann ingen förklaring till skillnaderna i den skördehöjande effekten av insektpollinering i hybrid sorter och linjesorter i vårt växthusförsök. Vi fann variation i pollenfertilitet mellan höstraps sorter, men skillnaden var större mellan enskilda sorter än mellan sorter förädlade med hybrid- respektive linjeteknik. I handpollinerings experimentet med olika pollenmängder i hybrid sorten Compass, visade resultaten att både antalet skidor, antalet frön per skida och frövikten planade ut redan vid låga pollenmängder. Det kan vara en möjlig förklaring till varför vissa sorter är mindre beroende av insekter för pollinering än andra för att sätta en hög skörd.

Finansierare

Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF), Jordbruksverket, Hushållningssällskapet Skåne, SLU, Lunds Universitet, Partnerskap Alnarp, Kristianstadsstiftelsen samt Henning och Elsa Anderssons fond.

Publikationer

- Lindström, S.A.M., Herbertsson, L., Rundlöf, M., Smith, H.G. & Bommarco, R. (2016) Large-scale pollination experiment demonstrates the importance of insect pollination in winter oilseed rape. *Oecologia*, Online first, doi: 10.1007/s00442-015-3517-x.
- Marini, L., Tamburini, G., Petrucco-Toffolo, E., Lindström, S.A.M., Mosca, G., Zanetti, F. & Bommarco, R. (2015) Crop management modifies the benefits of insect pollination in oilseed rape. *Agric Ecosyst Environ* 207:61–66. doi:10.1016/j.agee.2015.03.027
- Rader, R., Bartomeus, I., Garibaldi, L.A., Garratt, M.P.D., Howlett, B.G., Winfree, R., Cunningham, S.A., Mayfield, M.M., Arthur, A.D., Andersson, G.K.S., Bommarco, R., Brittain, C., Carvalheiro, L.G., Chacoff, N.P., Entling, M.H., Foully, B., Freitas, B.M., Gemmill-Herren, B., Ghazoul, J., Griffin, S.R., Gross, C.L., Herbertsson, L., Herzog, F., Hipólito, J., Jaggar, S., Jauker, F., Klein, A.-M., Kleijn, D., Krishnan, S., Lemos, C.Q., Lindström, S.A.M., Mandelik, Y., Monteiro, V.M., Nelson, W., Nilsson, L., Pattermore, D.E., Pereira, N.O., Pisanty, G., Potts, S.G., Reemer, M., Rundlöf, M., Sheffield, C.S., Scheper, J., Schüepps, C., Smith, H.G., Stanley, D.A., Stout, J.C., Szentgyörgyi, H., Takipp, H., Vergara, C.H., Viana, B.F. & Woyciechowski, M. (2015) Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *PNAS*, 113(1), 146-151, doi: 10.1073/pnas.1517092112
- Herbertsson, L., Lindström, S.A.M., Rundlöf, M., Bommarco, R. & Smith, H.G. Competition between managed honeybees and wild bumblebees depends on landscape context. *Submitted*.
- Lankinen, Å., Lindström, S.A.M. & D'Hertefeldt, T. Plant traits of potential importance for pollination success and gene flow in cultivars and feral populations of winter oilseed rape (*Brassica napus*). *In*

preparation.

Lindström, S.A.M., Herbertsson, L., Rundlöf, M., Smith, H.G. & Bommarco, R. Honey bee addition for crop pollination skews the dominance structure of wild flower-visiting insects. *In preparation.*

Lindström, S.A.M., Klatt, B., Smith, H.G. & Bommarco, R. A change in water availability from climate change may increase the need of ecosystem services. *In preparation.*

Slutsatser

- Insektspollinering kan öka skörden betydligt i höstraps.
- Sortprovning bör utföras med pollinerande insekter närvarande för att jämförelser mellan sorter ska vara rättvisande.
- För att insektspollinering ska kunna integreras i växtodlingen behöver det göras en screening av vilka sorter som vinner på insektspollinering.
- Det finns skillnader i blomgenskaper som kan påverka inverkan av insektspollinering mellan olika sorter.
- Tillgång till kväve kan påverka effekten av insektspollinering.
- Vilda insekter är, jämfört med honungsbin från utplacerade bikupor, få till antalet i blommande höstraps.
- Andra insekter än bin, till exempel flugor, verkar stå för en större del av pollineringen än tidigare känt.
- Fortsatta studier om pollineringssegenskaper i höstraps kan vara viktiga för framtida växtförädling, sortval och odlingsåtgärder.

Resultatförmedling till näringen

Webbsidor med information om projektet

<http://hushallningssallskapet.se/?projekten=pollinering-i-hostraps>

<http://www.slu.se/ecology/sandralindstrom>

Faktablad

Lindström, S., Lankinen, Å. & D'Hertefeldt, T. 2013. "Om blommor och bin: mer kunskap om höstrapsens pollination och befruktning". SLU. LTJ-fakultetens faktablad, 2013:17.

Populärvetenskapliga artiklar:

Lindström, S. 2016. "Insektspollinering höjer höstrapskörden". Skånska lantbruk, nr. 1, 17.

Lindström, S. 2015. "Halvtid i pollineringsprojekt". Skånska lantbruk, nr. 2, 23.

Lindström, S. & Bommarco, R. 2015. "Pollinatörernas nytta skiljer mellan rapssorter". Arvensis nr. 3. 12-13.

Bommarco, R. & Lindström, S. 2011. "Nystart för pollineringsstudier i höstraps". Svensk frötidning, nr 3, 26-28. Denna artikel är även publicerad med titeln "Pollineringsförsök i raps" i Bitidningen, 2011, nr 6, 10-12.

Anföranden:

Lunchseminarium. 20160209 i Borrbby. Anförande. 26 deltagare. Arrangör: Hushållningssällskapet Skåne.

”Pollinatörer ökar skörden, men är känsliga för insekticider” 20151111 i Uppsala. Anförande Nationella växtskyddskonferensen. 100 deltagare. Arrangör: SLU, HS, LRF mfl

”Frukterna från nyttoinsekter” 20150713 i Brisbane, Australien. Anförande. 60 deltagare. Arrangör: CSIRO

Fältvandring med lantbrukare och forskare 20150702 i Skåne. 21 deltagare. Arrangör: SLU och Lunds universitet

”Förvaltning av nyttoinsekter i jordbruket” 20150506 i Alnarp. Anförande. 40 deltagare. Arrangör: SLU

”Nyttodjur i trädgården”, 20150322 i Spjutstorp. Anförande. Ca 35 deltagare. Arrangör: Hushållningssällena i Spjutstorp/Onslunda.

Biodlaredag. 20141018 i Eslöv. Anförande. Ca 50 deltagare. Arrangör: Sveriges Biodlares Riksförbund, Skånedistriktet.

Pollinering i lantbruket. 20140509 i Berkeley, CA USA. Anförande. Ca 30 deltagare. Arrangör: University of California Berkeley

Pollinering i lantbruket. 20140507 i Davis, CA USA. Anförande. Ca 50 deltagare. Arrangör: University of California Davis

Årsmöte Biodlarnas riksförbund 2014-04-05 i Växjö. Anförande. Ca 200 deltagare. Arrangör: SBR

Alnarps Rapsdag. 20140306 i Alnarp. Anförande. Ca 75 deltagare. Arrangör: Partnerskap Alnarp.

Årsmöte. 20131128 i Helsingborg. Anförande. Ca 50 deltagare. Arrangör: Sveriges Frö- och oljeväxtodlare

Avnämmarkonferens 20131106 i Uppsala Anförande för odlare, rådgivare forskare. Ca 100 deltagare. Arrangör: Jordbruksverket.

Pollinatören-möte 20131030 i Norrköping. Anförande. Ca 20 deltagare. Arrangör: Pollinatören.

Avnämmarkonferens om mångfald i jordbruket 20131022 i Alnarp. Ca 100 deltagare. Arrangör: Jordbruksverket.

Jordbruksverket 2013-09-17 Uppsala. Anförande för anställda på Jordbruksverket. Ca 50 deltagare. Arrangör: Jordbruksverket.

Biodlarseminarium. 20130422 i Hörby. Anförande. Ca 27 deltagare. Arrangör: LRF Skåne.

Raps- och frödag. 20110510 i Trolleholm. Anförande. Ca 180 deltagare. Arrangör: Södra Skånes Frö och Oljeväxtodlare.

Pollinatören-möte 20110119 i Höör. Anförande. Ca 15 deltagare. Arrangör: Pollinatören.

Pollinatören-möte 20100902 i Kristianstad. Anförande. Ca 10 deltagare. Arrangör: Pollinatören.

Dessutom har resultaten presenterats vid ett flertal tillfällen i undervisningen av agronomer, biologier och ekonomer vid SLU.

Radiointervjuer:

”Om grödpollinering” 20130611. P1 Vetenskapsradion, Sveriges Radio

”Om grödpollinering” 20130301. P1 Vetenskapsradion, Sveriges Radio

”Fler insekter ska ge bättre rapsskörd”. 20110315. P4 Blekinge, Sveriges Radio.

”Fler insekter på fälten kan gynna rapsen”. 20110315. P4 Kristianstad, Sveriges Radio.

Press:

”Pollinering höjde skörden”, Jordbruksaktuellt, 2016, nr 1, s. 17.

”Bier ökar hørstrapsavlinga”, Norsk Landbruk, 2015, 22 december.

”Honungsbin ökar skörden av raps”, Kristianstadsbladet, 2015, 18 december.

”Energigrödor ger brist på honungsbin”, UNT, 2014, 26 januari.

”De ska lösa pollineringens gåta”, Kristianstadsbladet, 2013. Nr. 150. Framsida, s. 4-5., samt inslag på webb-tv.

”Öka skörden med bin”, Land Lantbruk, 2012, nr 29-30, s. 12.

”När bina tystnar får vi sämre skörd” DN 2011, 22 maj.

Läromedel:

”Från frö till frö”, Temabok för årskurs 4-6, NTA - Naturvetenskap och teknik för alla, s. 34-37. Kungliga Vetenskapsakademien.

Referenser

- Adegas, J.E.B and Nogueira Couto, R.H. 1992. Entomophilous pollination in rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) in Brazil. *Apidologie*, 23: 203-209.
- Austerlitz, F., Gleiser, G., Teixeira, S., Bernasconi, G. 2012. The effects of inbreeding, genetic dissimilarity and phenotype on male reproductive success in a dioecious plant. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences* 279: 91–100.
- Bartomeus I., S.G Potts, I. Steffan-Dewenter, B.E. Vaissière, M. Woyciechowski, K.M. Krewenka, T. Tscheulin, S.P.M. Roberts, H. Szentgyörgyi, C. Westphal, R. Bommarco. 2014. Contribution of insect pollinators to crop yield and quality varies with agricultural intensification. *PeerJ* <https://peerj.com/articles/328/>
- Biesmeijer, J.C., Roberts, S.P.M., Reemer, M., Ohlemüller, R. Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A.P., Potts, S.G., Kleukers, R., Thomas, C.D., Settele, J. and Kunin, W.E. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313: 351-354.
- Bommarco, R., Marini, L., Vaissière, B., 2012. Insect pollination enhances seed yield, quality and market value in oil seed rape. *Oecologia* 169, 1025–1032.
- Bos, M.M., Veddeler, D., Bogdanski, A.K., Klein, A-M., Tschardtke, T., Steffan-Dewenter, I. and Tylianakis, J.M. 2007. Cavets to quantifying ecosystem services: Fruit abortion blurs benefits from crop pollination. *Ecological Application*, 17:1841-1849.
- Breeze, T.D., Vaissière, B.E., Bommarco, R., Petanidou, T., Seraphides, N., Kozák, L., Scheper, J., Biesmeijer, J.C., Kleijn, D., Gyldenkerne, S., Moretti, M., Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Stout, J.C., Pärtel, M., Zobel, M., Potts, S.G 2014. Agricultural policies exacerbate honeybee pollination service supply-demand mismatches across Europe. *PLoS One* 9:e82996. doi:[10.1371/journal.pone.0082996](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082996).
- Delaplane, K.S., Mayer, D.R., Mayer, D.F. 2000 *Crop Pollination by bees*. CABI, Oxon, UK.
- Durán, X.A., Ulloa, R.B., Carrillo, J.A., Contreras, J.L., Bastidas, M.T. 2010. Evaluation of yield component traits of honeybee pollinated (*Apis mellifera* L.) rapeseed canola (*Brassica napus* L.). *Chil J Agric Res* 70:309–314.
- Free, J.B. 1993. *Insect pollination of crops*. 2nd edn. Academic Press, London.
- Goulson, D, Lye, G.C., Darvill, B. 2008. Decline and Conservation of Bumble bees. *Annu. Rev. Entomol.*, 53: 191-208.
- Habecotté, B. 1997. Options for increasing seed yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a simulation study. *Field Crops Research*, 54:109-126.
- Hayter, K.E., Cresswell, J.E. 2006. The influence of pollinator abundance on the dynamics and efficiency of pollination in agricultural *Brassica napus*: implications for landscape-scale gene dispersal. *Journal of Applied Ecology*, 43: 1196-1202.
- Hoekstra, F.A., Bruinsma, J. 1975. Respiration and vitality of binucleate and trinucleate 5 pollen. *Physiologica Plantarum* 34: 221–225.
- Hudewenz, A., Pufal, G., Bøgeholz, A-L., Klein, A-M. 2013. Cross-pollination benefits differ among oilseed rape varieties. *J Agric Sci* 152:770–778. doi:[10.1017/S0021859613000440](https://doi.org/10.1017/S0021859613000440).
- Lundin, O., Smith, H.G., Rundlöf, M., Bommarco, R., 2013. When ecosystem services interact: crop pollination benefits depend on the level of pest control. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 280, 1753.
- Klein, A-M., Hendrix, S.D., Clough, Y., Scofield, A., Kremen, C. 2014. Interacting effects of pollination, water and nutrients on fruit tree performance. *Plant Biology*, 17:201-208.
- Klein, A-M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tschardtke, T. 2007. Review – Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. B*, 247: 303-313.
- Manning, R., Wallis, I.R. 2005. Seed yields in canola (*Brassica napus* cv. Karroo) depend on the distance of plants from honeybee apiaries. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45: 1307-1313.
- R Core Team. 2013. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <http://www.R-project.org>.
- Rundlöf, M., Nilsson, H., Smith, H.G 2008. Interacting effects of farming practice and landscape context on bumble bees. *Biological Conservation*, 141: 417-426.
- Sabbahi, R., De Oliveira, D., Marceau, J. 2005. Influence of Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Density on the Production of Canola (Crucifera: Brassicaceae). *J. Econ. Entomol.*, 98: 367-372.
- SCB, 2016. Jordbruksmarkens användning 2015. Slutlig statistik. Sveriges Officiella Statistik, Statistiska meddelanden JO 10 SM 1601.
- Steffan-Dewenter, I. 2003. Seed set of male-sterile and male-fertile oilseed rape (*Brassica napus*) in relation to pollinator density. *Apidologie*, 34: 227-235.